

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВПО "Уральский государственный лесотехнический
университет"

Кафедра Охраны труда

Чумарный Г.В.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПЫЛИ

Методическое руководство к лабораторной работе

Екатеринбург 2014

Печатается по решению методической комиссии института ИЛБидС
Протокол № _10_ от _3_ июля 2014 г. __

Рецензент – профессор, д.т.н. М.Н.Гамрекели

Редактор

Подписано в печать		Поз.	
Плоская печать	Формат 60 x 84 1/16	Тираж	экз.
Заказ	печ. л.	Цена	

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

Методы исследования производственной пыли

Цель работы: Научиться производить оценку запылённости воздушной среды производственных помещений, предложить необходимые оздоровительные мероприятия, направленные на снижение запыленности уменьшения ее неблагоприятного влияния на организм работающих.

Общие сведения

Пыль представляет собой дисперсную систему (аэрозоль), состоящую из дисперсной среды (воздуха) и дисперсной фазы - твердых частиц вещества, которые способны длительное время находиться во взвешенном состоянии.

Пыль разделяется на органическую, неорганическую и смешанную. К органической пыли относится пыль животного и растительного происхождения (кожевенная, текстильная, древесная и др.), а также металлическая (бронзовая, чугунная, свинцовая).

Пыль является основной вредностью на многих производствах. При дроблении и измельчении вещества, снятии поверхностного слоя при точке, шлифовке, полировке и др. образующуюся пыль называют аэрозолем измельчения. При плавке, сварке, плазменном напылении металлов и обработке некоторых неметаллов, например, соединений кремния, в воздух могут поступать их пары, которые, охлаждаясь, конденсируются, что ведет к образованию в воздухе высокодисперсных частиц твердого вещества ("дымов" или аэрозолей конденсации).

По характеру воздействия на организм пыли могут быть разделены на две группы: ядовитые пыли, образующиеся из ядовитых веществ, опасных для организма в целом и раздражающие пыли, вредно действующие на органы дыхания. Вредность пылей первой группы связана с тем, что растворяясь в биологических средах, они действуют как введенный в организм яд и вызывают его отравление. При вдыхании пылей, относящихся ко второй группе может развиваться ряд заболеваний органов дыхания, известных под названием пневмокониозов. При пневмокониозе частицы пыли оседают в легких.

Опасность пыли зависит от ее химического состава, концентрации в воздухе производственного помещения и ее дисперсного состава, т.е. размеров пылевых частиц. Дисперсность промышленной пыли является наиболее

существенным свойством, определяющим ее физико-химическую активность. При дроблении твердого материала поверхность его увеличивается во много раз. Развитая поверхность пыли придает ей особые свойства, которых не имеет первоначальный материал. Пыль приобретает высокую адсорбционную способность, обладает повышенной способностью растворяться в различных средах, становится электростатически заряженной. Поэтому пыль способна адсорбировать из воздуха некоторые ядовитые газы, благодаря чему неядовитая пыль может оказаться ядовитой (например, угольная пыль и сажа могут адсорбировать окись углерода). Электрический заряд облегчает осаждение пыли в легких. Дисперсность пыли существенно влияет на ее пожарную опасность. Тонкодисперсная пыль наряду с высокой химической активностью обладает более низкой температурой самовоспламенения и широким интервалом взрывоопасных концентраций. Дисперсность пыли определяет глубину проникновения ее в дыхательные пути и легкие. Характер опасности пыли в зависимости от ее дисперсного состава представлен на рис. 1.

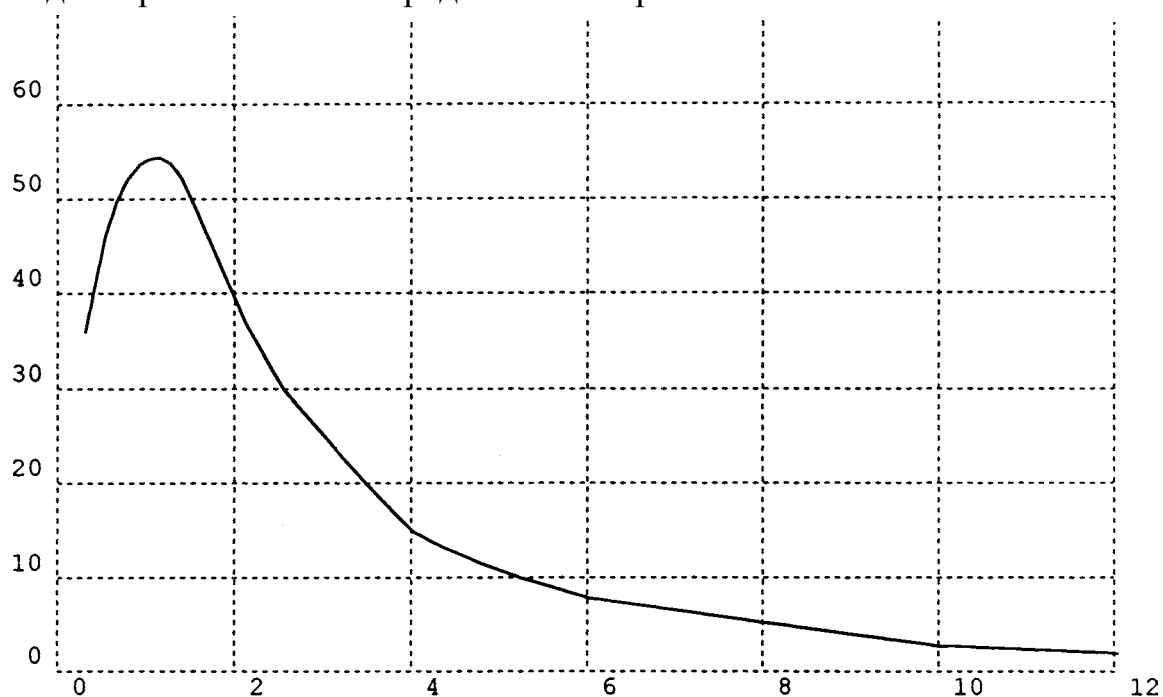


Рис. 1

Как видно из рисунка, частицы пыли с размером более 10-12 мкм практически не поступают в легкие, так как задерживаются слизистой оболочкой верхних дыхательных путей и, следовательно, не представляют собой опасности. Чем мельче пылинки, тем они опаснее для человека. Особенно опасны пылинки размером от 1 до 10 микрон, т. к. они могут глубоко проникать в легкие. Максимальная задержка частиц пыли в легких наблюдается

для размеров 1-2 мкм, пылинки размером меньше 1 мкм выдыхаются. Для измерения дисперсности пылевых частиц используют приборы, которые по принципу действия можно разделить на 2 группы: 1) без осаждения пыли из потока газов - импакторы; 2) с предварительным осаждением пыли и ее последующим анализом - воздушный классификатор ЛИОТ, прибор с подъемной пипеткой ЛИОТ, центробежный сепаратор БАКО.

Пути снижения запыленности воздуха на производстве являются:

1. рационализация технологического процесса (отказ от применения пылящих материалов, обработка пылящих материалов во влажном состоянии и пр.);
2. автоматизация и механизация процессов, сопровождающихся выделением пыли;
3. герметизация или изоляция пылящего оборудования, работа оборудования под вакуумом;
4. устройство местных вентиляционных отсосов вытяжной или приточно-вытяжной вентиляции.

При работе в сильно запыленных помещениях надлежит пользоваться индивидуальными защитными средствами: респираторами (маска со специальными противопыльными фильтрами), кислородно-изолирующими приборами, устройствами, подающими для дыхания сжатый воздух извне, а также противопыльными очками и спецодеждой.

Содержание пыли в воздухе количественно может быть определено по массе пыли в единице объема воздуха (мг/м^3) или по числу пылинок (в 1 см^3), соответственно различают весовой и счетный методы. При относительно малой следующим подсчетом числа частиц с помощью микроскопа. Разделив определенное счетом число частиц на объем воздуха, из которого они осажены, получают счетную концентрацию пыли. Для определения счетной концентрации пыли используют кониметры, поточные ультрамикроскопы, фотоимпульсные приборы. Наиболее распространен фотоэлектрический счетчик частиц типа АЗ-5, позволяющий одновременно с замером счетной концентрации определять дисперсный состав пыли. Принцип работы этого прибора основан на рассеянии света отдельными аэрозольными частицами.

Учитывая, что основное значение для возникновения заболеваний имеет масса пыли, осевшая в легких, нормирование содержания пыли в воздухе производственных помещений производится по весовому методу. Содержание пыли в воздухе производственных помещений не должно превышать пре-

дельно допустимых концентраций (ПДК), установленных ГОСТ 12.1.005-76 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования" (см. приложение). Для оценки потенциальной опасности пыли производится, кроме того, определение ее дисперсного состава.

Определение запыленности воздуха весовым методом

Весовой метод основан на улавливании пылевых частиц из определенного объема воздуха, определении привеса фильтра и вычислении весовой концентрации пыли в мг/м^3 .

Для улавливания пыли из воздуха используют аналитические аэрозольные фильтры АФА-Х-10 (рис.2).

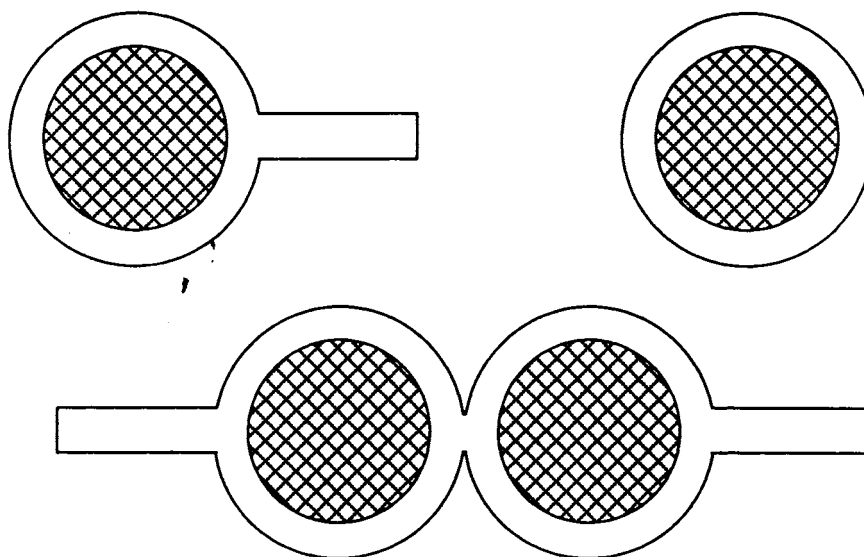


Рис. 2

Они представляют собой диски из перхлорвиниловой ткани ФПП с отпрессованными краями, вложенные в защитные кольца из плотной бумаги. Каждый фильтр уложен в пакет из кальки. Буква в названии фильтра означает вид анализа - "Х" - химический, цифра обозначает фильтрующую поверхность (10 см^2). Широкое использование этих фильтров обусловлено тем, что они стойки к химически агрессивным средам, гидрофобны (сохраняют постоянство веса при изменении влажности воздуха), обладают высокой эффективностью пылеулавливания при малом сопротивлении току проходящего воздуха, что позволяет протягивать воздух с большой скоростью.

Установка для отбора проб воздуха на запыленность представлена на рис. 3.

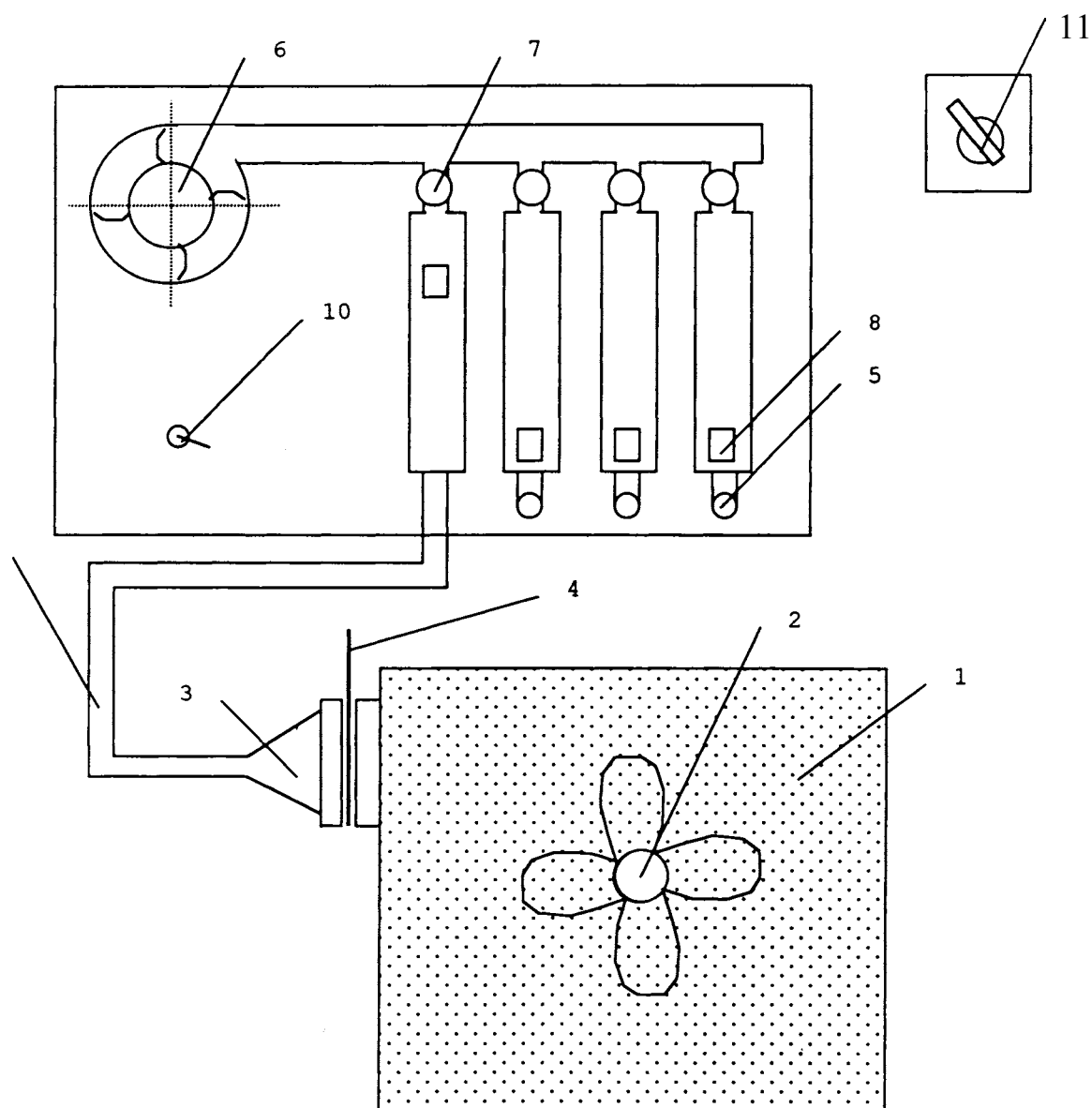


Рис. 3 Лабораторная установка

1 - пылевая камера; 2 - вентилятор, поддерживающий пыль во взвешенном состоянии; 3 - воронка для фильтра (алонж); 4 - фильтр (АФА-ХП-20); 5 - штуцер; 6 - побудитель движения воздуха (аспиратор); 7 - зажим регулировки расхода воздуха; 8 - реометр; 9 - резиновый шланг; 10 - тумблер включения аспиратора; 11 - выключатель вентилятора.

Для отбора пробы воздуха фильтры закрепляются в фильтродержателях (аллонжах). Аллонж представляет собой воронку, в широкой части которой устанавливается фильтр. Аллонж с фильтром посредством шланга соединен с аспиратором, предназначенным для просасывания воздуха через фильтр. Аспиратор состоит из воздуходувки, создающей отрицательное давление, электромотора и четырех реометров. Два реометра градуированы от 0 до

20 л/мин и служат для отбора проб воздуха на запыленность, остальные два предназначены для отбора проб воздуха при проведении газовых анализов и градуированы от 0 до 3 л/мин.

При выполнении лабораторной работы пробу воздуха отбирают из специальной камеры, пыль в которой поддерживается во взвешенном состоянии с помощью вентилятора.

Выбор места отбора пробы в производственных условиях зависит от цели исследования. Например, при санитарном обследовании пробы воздуха берут на рабочем месте на уровне дыхания рабочего. Если задачей обследования является изучение эффективности обе опыливающих устройств, то пробы отбирают в момент их действия и выключения в воздухе перед фильтром и после него.

Протягивание воздуха через фильтр продолжают столько времени, сколько необходимо, чтобы получить привес 2-3 мг. В течение смены или на отдельных этапах технологического процесса в каждой точке должно быть последовательно отобрано такое количество проб (но не менее пяти), которое явилось бы достаточным для достоверной характеристики воздушной среды.

Порядок проведения работы

1. Взвесить фильтр на аналитических весах с точностью до 0,1 мг.
2. Поместить фильтр в аллонж и соединить аллонж с пылевой камерой.
3. Включить аспиратор посредством тумблера 10. Установить на реометре скорость пропускания воздуха 15 л/мин и поддерживать ее на этом уровне с помощью вентиля 7.
4. Включить в сеть вентилятор пылевой камеры на 5 минут.
5. По истечении установленного времени отбора запыленного воздуха выключить аспиратор и вентилятор. Достать фильтр из аллонжа и вторично взвесить его.
6. Вписать полученные данные в таблицу.
7. По разности веса фильтра до и после отбора пробы определить вес задержанных частиц.
8. Рассчитать концентрацию пыли в воздухе, приведя объем пропущенного воздуха к нормальным условиям.
9. Полученные результаты сопоставить с ГОСТ 12.1.005-76 "Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования". И оценить запыленность воздуха.
10. Пользуясь графиком (рис.1), определить процент задержки пыли в легких. (Размеры пылевых частиц задает преподаватель).

Расчет результатов анализа

Весовую концентрацию аэрозоля рассчитывают по формуле:

$$C = \frac{(q_2 - q_1) * 1000}{V_0},$$

где С - весовая концентрация аэрозоля, мг/м³;
 q₁ - вес чистого фильтра, мг;
 q₂ - вес фильтра с пробой, мг;
 V₀ – объем воздуха пропущенного через фильтр, приведенный к нормальным условиям, л;

Для более точного определения запыленности воздуха производственных помещений объем, протянутого через фильтр воздуха, приводят к нормальным условиям, пользуясь формулой Клайперона-Менделеева:

$$V_0 = \frac{V_i * 273 * B}{(273 + t) * 760},$$

где V₀ - объем при нормальных условиях;
 V_i, B, t, - объем, давление и температура в условиях отбора пробы.

Результаты расчетов и замеров занести в таблицу:

Результаты определения запыленности

Вес фильтра, мг		Скорость пропускания воздуха через фильтр, л/мин	Время отбора пробы, мин	Привес пыли, мг	Концентрация пыли, мг/м ³	
До	После				Опытная	ПДК

Задание: составить отчет о выполненной работе по следующему плану:

1. Принцип метода определения.
2. Схема установки.
3. Табличная запись определения запыленности воздуха весовым методом.
4. Расчет.
5. Оценка результатов запыленности воздушной среды по действующим санитарным нормам (приложение) и предложения о способах снижения запыленности.

Приложение

Выписка из ГОСТ 12.1.005-76: «Воздух рабочей зоны.

Общие санитарно-гигиенические требования»

Предельно-допустимые концентрации аэрозолей преимущественно
фиброгенного действия

Номер	Наименование вещества	Величина	Класс опас-
40	Пыль растительного и животного происхождения:		
	с примесью двуокиси кремния более 10% (лубяная, хлопчатобумажная, льняная, шерстяная, пуховая и др.)	6	4
	с примесью двуокиси кремния от 2 до 10%	2	4
	с примесью двуокиси кремния менее 2% (мучная, хлопчатобумажная, древесная и др.)	4	4
		6	4